Revista de Pedagogía
versión impresa ISSN 0798-9792

Rev. Ped v.24 n.69 Caracas ene. 2003

Proyectos de Investigación: Una Metodología para el Aprendizaje

Significativo de la Física en Educación Media

Project Based Learning: A methodology for the meaningful learning

of high-school physics

María Luz CASTELLANOS

Vice-Rectorado "Luis Caballero Mejías", Núcleo Charallave

Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre"

Charallave, Edo. Miranda

mcastell@zeus.unexpo.edu.ve

Antonio D□ALESSANDRO MARTÍNEZ

Facultad de Medicina

Universidad Central de Venezuela

Sección de Biofísica y Bioingeniería

Universidad Simón Bolívar

dalessaa@camelot.rect.ucv.ve

RESUMEN

Si se considera el aprendizaje como un proceso activo de construcción de conocimientos, partiendo del significado que a ello se le atribuye, entonces se puede decir que la enseñanza tendrá como objetivo orientar el proceso de construcción del aprendizaje. En tal sentido, en el presente trabajo se desarrollan una serie de aspectos que pueden ser considerados en la orientación del aprendizaje como construcción del conocimiento a partir de situaciones problemáticas, donde el alumno puede aproximar sus actividades a un trabajo científico en el momento de abordar los problemas. Además, se hace una revisión de las posibles causas que influyen en el bajo número de trabajos finales de bachillerato presentados en Física y se presentan algunas modalidades que permiten a los alumnos iniciarse en el uso de las metodologías científicas. Entre las cuales se destacan: (a) Realización de experimentos que permitan comprender mejor un fenómeno, (b) Diseño de un instrumento de medición, (c) Mejora o adaptación de un diseño previamente existente, (d) Simulación computacional de

principios o experimentos físicos, (e) Realización de experimentos en tiempo real que involucren sensores, tarjetas convertidoras analógicas-digitales y el computador.

Palabras clave: Enseñanza por proyectos, Enseñanza por la investigación, Enseñanza de las Ciencias Naturales, Didáctica de la Física, Aprendizaje significativo, Estrategias didácticas, Educación Media.

ABSTRACT

If learning is conceived of as an active process of knowledge construction, then it can be said that teaching should have as its aim to guide in that construction. In this paper a set of aspects related to this conception will be examined, particularly those involved in knowledge construction from problem situations, where the students follow scientific methodologies for their solution. Also, an analysis is made of the possible reasons for the small number of physics projects being submitted in our high school final courses. Additionally, some alternative ways to promote student familiarization with scientific practices such as: a) making of experiments to comprehend phenomena, b) design of measuring instruments, c) improvement or adaptation of a previously existing design, d) computational simulation of principles or experiments, e) making of real-time experiments involving sensors, converters, and computers are presented.

Key words: Project-based learning, science education, physics education, meaningful learning, high school education.

1. Introducción

Desde hace varios años el bachillerato venezolano se encuentra en crisis, situación que está presente en los planteles oficiales y privados. Diversos factores inciden para que la crisis se haya instalado en ellos y continúe agudizándose cada vez más. Entre ellos podemos mencionar: falta de gerencia adecuada en los diversos niveles del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD), programas inadecuados, salarios insuficientes, deficiencia y en algunos casos inexistencia de laboratorios adecuados para realizar experiencias que complementen las clases teóricas, desinterés del personal docente por motivar a los estudiantes por el conocimiento mismo y en particular por el científico; programas, textos y actitudes del docente que cercenan la creatividad del estudiante (Michinel y D' Alessandro-Martínez, 1993; Albornoz, 1994; Fuenmayor, 1997).

Ante la situación descrita, todos los actores del proceso educativo deben hacer un esfuerzo por salir de esta crisis. Una forma de ayudar a que esto ocurra es apoyar las actividades desarrolladas por el MECD relacionadas con la incursión de los estudiantes en la investigación científica: Festival Juvenil de la Ciencia, Trabajos finales de Bachillerato (TBF), Olimpíadas, Concurso Juvenil de Trabajos de Investigación, etc.

Los profesores de Física de los liceos venezolanos juegan un papel activo en el desarrollo de estas actividades relacionadas con la investigación científica. Sin embargo, un hecho nos está diciendo que nuestra participación en el proceso no es óptima: la desproporción en los trabajos de investigación del área de Biología cuando se los compara con aquellos que provienen del área de Física. ¿Qué está sucediendo con los profesores de Física? Las explicaciones son diversas, algunas de ellas pueden ser:

1. Los reglamentos de evaluación dejan el control del TFB en manos de los profesores de Biología (Programa de Biología de segundo año de Educación Media) y ellos son los que aprueban los anteproyectos de esta área y los de las otras, son tutores y evaluadores.

2. Los estudiantes encuentran tutores más fácilmente cuando desarrollan proyectos relacionados con el área biológica o social que cuando desarrollan proyectos relacionados con física o química. Cuando los estudiantes van a las diversas

instituciones a buscar tutor, los profesores del área biológica son más receptivos que los del área de física.

3. Los profesores de física están menos preparados para proponer y guiar trabajos de investigación experimental que los de biología.

4. Se necesita un instrumental más sofisticado para emprender proyectos en el área de la física.

5. Los estudiantes perciben los proyectos del área de la física como muy difíciles.

6. Los profesores de física no motivan a los estudiantes para la investigación.

El objetivo de nuestro trabajo es analizar las posibles causas que intervienen en la falta de interés por la investigación en Física, y proponer estrategias que nos permitan incrementar el número de trabajos en esta área en los eventos científicos donde participan nuestros estudiantes de bachillerato. Por supuesto, también debemos impulsar todos aquellos trabajos de carácter multidisciplinario donde esté presente la Física. Aspiramos a que nuestro escrito resulte de particular utilidad a los profesores de Física de Educación Media y Superior.

2. Problema

2.1. Descripción de la Situación

La educación es un proceso dinámico que debe cambiar a medida que el entorno cambia, ya sea para adaptarse a él o modificarlo, según las necesidades. A nivel mundial se están produciendo cambios constantes, que de alguna manera influirán en la metodología de la enseñanza, ya que la tendencia actual de la educación es la de propiciar modificaciones en las estrategias de enseñanza que favorezcan el desarrollo de la "sociedad de conocimiento": esta sociedad demanda cambios radicales a la educación en todos sus aspectos, como objetivos, metodología y didáctica, que permitan una mejor adaptación y manejo de situaciones complejas y novedosas.

Es necesario señalar que la Didáctica de las Ciencias Naturales comenzó a ser objeto del campo teórico educativo en algunos países a mediados de los años 50, esto trae como consecuencia que en la actualidad presenta múltiples problemas por ser un área teórica relativamente joven. Además en este período es cuando se desarrollaron teorías psicológicas que brindaron nuevos marcos explicativos del desarrollo cognitivo infantil y del proceso de aprendizaje, particularmente los aportes de las psicologías cognitivas (Ausubel, Novak, Inhelder, Piaget). Otro aspecto importante a señalar es la diferencia existente entre la ciencia escolar y la ciencia de los científicos, pues existe un proceso de transformación o transposición didáctica del conocimiento científico al ser transmitido en el contexto escolar de enseñanza.

En el nivel de Educación Media Diversificada y Profesional, los programas de Ciencias tienen como objetivo primordial el de estimular en los estudiantes la capacidad de observar, preguntar, ganar confianza en sus posibilidades de plantear y resolver problemas. Por esta razón los contenidos deben ser abordados a partir de situaciones familiares para los alumnos, de tal forma que tengan relevancia y su aprendizaje sea significativo y duradero. Esta orientación que tienen nuestros programas, marca la necesidad de cambiar la metodología de enseñanza de la ciencia y de implementar nuevas estrategias donde el alumno pueda desarrollar actividades científicas, en este orden de ideas la enseñanza de la Física desempeña una función importante en el desarrollo de destrezas de observación, análisis cualitativos y cuantitativos de fenómenos físicos, etc. Para cumplir con esta misión, el aprendizaje basado en proyectos de investigación resulta ser una excelente y novedosa estrategia, sin embargo, ésta no está siendo utilizada con la importancia y relevancia que tiene, como

lo podemos constatar en los temas seleccionados por los estudiantes en los Trabajos Finales de Bachillerato.

En el cuadro N° 1 se aprecia el número de trabajos de investigación presentados en el Festival Juvenil de la Ciencia, desde 1988 a 2001: se puede observar que un 50% corresponden al área de Biología, Ambiente, Agronomía y Medicina, un 30% a Ciencias Sociales y Humanidades y un 20% a las áreas de Física, Química, Matemática y Tecnología. De ese 20%, sólo 53 trabajos corresponden a Física, representando un 5% del total presentado en el Festival (ver gráfico Nº 1).

2.2. Hipótesis de trabajo

Las siguientes hipótesis orientan y estructuran las propuestas de la investigación:

- El alumno es el principal protagonista de su aprendizaje, es quien debe tener predisposición para aprender (Ausubel, 1978). El docente es facilitador y orientador, él es quien debe diseñar las estrategias de enseñanza y organizar actividades que se constituyan en verdaderas actividades para aprender (Bruner, 1972).
- El modo como avanza el ser humano en el conocimiento del mundo físico es formulando hipótesis y experimentando, igualmente, la investigación es un modo también para que el alumno avance en la construcción de su propio conocimiento.
- Si se procura un aprendizaje significativo, el interés por aprender es el resultado de la propia actividad educativa del alumno, aparece como una consecuencia de una estrategia de enseñanza que promueva el desarrollo de actitudes personales como la responsabilidad, la autoconfianza, la reflexión, la cooperación, de capacidades como el razonamiento lógico y el análisis crítico, y de las capacidades para la toma de decisiones y la comunicación.
- La Enseñanza de la Ciencias debe enfatizar el trabajo individual y de equipos, promover el desarrollo de actividades creadoras del alumno, abrirse al contacto con la realidad y establecer la relación enseñanza-investigación, de modo que el docente investigue para enseñar y enseñe a investigar, y el alumno investigue para aprender.

3. Justificación

3.1. La investigación científica y su importancia en la formación integral del alumno

La investigación científica nos ayuda a mejorar el estudio porque nos permite establecer contacto con la realidad a fin de que conocerla mejor. La investigación científica y tecnológica avanza con rapidez y se especializa cada vez más, por esta razón, el conocimiento que se genera se aleja cada vez más del ciudadano común. Si deseamos disminuir sustancialmente esta distancia es necesario desarrollar e implementar mecanismos de comunicación entre los generadores de conocimiento científico y tecnológico y la sociedad. Es ésta una de la razones que hacen necesario que el sistema educativo venezolano vincule la tarea educativa y la investigación científica y tecnológica y de tal manera abra nuevos canales para la investigación que complementen los métodos ya establecidos.

Se deben desarrollar e implementar estrategias para que los alumnos puedan construir esquemas de conocimiento, que les permitan adquirir una visión de la realidad superior a un "saber cotidiano" y los acerquen al "conocimiento elaborado en la comunidad científica". Por otro lado, los esquemas de conocimientos previos que poseen los alumnos y que constituyen representaciones de la realidad (en los cuales se articulan tanto conceptos construidos en el ámbito escolar como extraescolar) deben ser tenidos en cuenta.

Muchas veces, este conocimiento vulgar intuitivo de ideas previas permanece y determina errores conceptuales muy fuertes, cuando no se evidencia que a lo largo del paso por los distintos niveles educativos el alumno, en lugar de enriquecerse, va limitando su creatividad, el deseo de indagar y por ende el desarrollo de la curiosidad científica.

Por este motivo se considera que el conocimiento científico y tecnológico es una de las prioridades de los sistemas educativos de los países que pretendan un crecimiento económico y un desarrollo social sustentable. La finalidad de la educación es facilitar la comprensión del mundo y la relación con él mediante el acceso y la integración de conocimientos.

El mundo contemporáneo se halla cada vez mas estructurado sobre las ciencias y la tecnología y en él se obtienen recursos eficaces para inquietar, sensibilizar e inducir a los alumnos a la investigación, logrando promover la innovación pedagógica, la experimentación didáctica, y la integración de las diversas áreas curriculares (complementando otras estrategias de enseñanza apoyadas en recursos más convencionales, como por ejemplo: resolución de problemas de lápiz y papel, prácticas de laboratorio de guión cerrado, etc.), permitiendo al alumno asumir un rol más activo en el proceso de aprendizaje e involucrarse en procesos cognitivos con mayor autonomía.

Cuadro 1

Trabajos presentados en el Festival Juvenil de la Ciencia

Año	Capítulo	Biología, Ambiente Agronomía, Medicina	Ciencias Sociales, Educación y Humanidades	Física, Química, Matemática y Tecnología	Total	Física
1988	Oriental	22	2	2	26	1
1992	Zulia	32	23	9	64	0
1992	Oriental	33	20	18	71	7
1993	Caracas	15	10	4	29	0
1993	Oriental	30	11	4	45	0
1993	Mérida	17	5	6	28	1
1993	Zulia	44	36	13	93	7
1994	Zulia	32	23	22	77	4
1994	Caracas	28	6	10	44	4
1994	Oriental	21	21	8	50	1
1995	Zuliano	24	13	9	46	1
1995	Oriental	27	24	10	61	3
1995	Yaracuy	8	13	4	25	2
1995	Caracas	17	9	17	43	7
1997	Aragua	26	9	14	49	2
1997	Zulia	37	34	11	82	0
1998	Aragua	21	15	14	50	3
1998	Lara y Portuguesa	26	9	5	40	1
2000	Lara y	25	7	11	43	4

	Portuguesa					
2001	Caracas	19	15	14	48	3
Total		**504**	**305**	**205**	**1014**	**53**
Cuadro elaborado con datos tomados de Libro de resúmenes del Festival Juvenil de la Ciencia desde 1988-2001.						



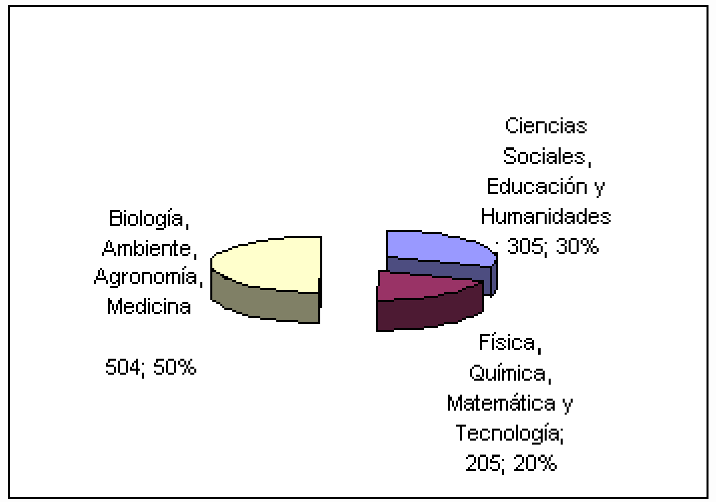


Gráfico 1

Clasificación por áreas de los trabajos presentados en el Festival Juvenil de la Ciencia (1988-2001)

(Elaborado con datos tomados de Libro de resúmenes del Festival Juvenil de la Ciencia desde 1988-2001).

Los trabajos de investigación en física constituyen un excelente recurso para la enseñanza de la Física, por cuanto:

- Permiten establecer contacto con la realidad a fin de que la conozcamos mejor.
- Constituyen un estímulo a los jóvenes para que incorporen el conocimiento científico a su vida cotidiana.
- Ayudan a desarrollar una curiosidad creciente acerca de la solución de problemas.

- Aumentan la comprensión y valoración de los avances científicos.

3.2. Programas de Articulación del nivel de Educación Media Diversificada y Profesional en el Área de Ciencias

La Oficina Sectorial de Planificación y Presupuesto (OSPP), la Dirección General Sectorial de Educación Básica, Media Diversificada y el Centro Nacional para el Mejoramiento de la Enseñanza de la Ciencia (CENAMEC), iniciaron la reorientación de los programas con la finalidad de establecer una interrelación entre la Educación Básica y la Educación Media Diversificada y Profesional, desarrollando en conjunto programas de articulación que permitan ofrecer la continuidad curricular entre los niveles mencionados, tomando en cuenta los objetivos, contenidos, estrategias metodológicas y el enfoque. Estos programas transitorios entran en vigencia a partir de 1990 y son los que se mantienen en la actualidad.

El enfoque de la enseñanza de la ciencia que tienen los programas de articulación en las áreas de Física, Química, Biología y Matemática para el 1er. Año del Ciclo Diversificado (C.D.) y las áreas de Química, Biología, Matemática y Ciencias de la Tierra del 2do. Año del C.D., está dirigido a estimular la investigación y dar solución a problemas concretos integrando distintas áreas del conocimiento.

En los programas del 2do. Año del C.D. correspondientes a: Biología (Unidad IV. Introducción en la metodología de investigación) y Química (Unidad V. Introducción a la investigación), se propone explícitamente como objetivo el desarrollo de un proyecto de investigación. En el programa de Biología se recalca el papel del profesor de esta asignatura en la orientación a los estudiantes en los aspectos básicos que conforman un proyecto de investigación: Título, Introducción, Antecedentes, Objetivos, etc., y la función del docente de aula como asesor y principal responsable del desarrollo del proyecto, probablemente ésta sea una de las causas de la desproporción del número de TBF del área de Biología comparados con el número de TBF en el área de Física. En vista de esta situación, se presentan diversas propuestas para aumentar el número de trabajos en el área de Física.

4. Marco Teórico

4.1. Enfoque constructivista del aprendizaje

Novak en 1988 (citado en Pérez y Gallego, 2001) desarrolló en forma sistemática un modelo constructivista de aprendizaje de las ciencias, integrando diversas investigaciones sobre didáctica de la ciencia. En el marco teórico del constructivismo, aprender ciencias es construir los conocimientos partiendo de las propias ideas de los alumnos, aplicándolas o modificándolas según los casos. En este contexto, el aprendizaje como cambio conceptual es uno de los indicadores que definen actualmente la posición constructivista en el campo de la didáctica de la ciencia. Para Driver (1986), desde este modelo las concepciones dominantes sobre el aprendizaje tienen como principales características:

- Los conocimientos previos del alumno tienen importancia.
- Quien aprende construye activamente significados.
- Los estudiantes son responsables de su propio aprendizaje.
- Los estudiantes encuentran sentido a las cosas estableciendo relaciones entre ellas.

Lo preocupante para el docente es la búsqueda de actividades y recursos que sean novedosos y motivantes para los alumnos, y promover la resolución de conflictos cognitivos que ayuden al cambio conceptual y metodológico de los alumnos, esta situación ha conducido en los últimos años al planteamiento de diversos modelos de enseñanza de la ciencia, como señala Pozo (1989), que tienen como objetivo provocar

en los alumnos cambios conceptuales. En este sentido, Driver (1986) señala que la secuencia de actividades desarrolladas por el docente debe incluir:

- la identificación y clarificación de las ideas que ya poseen los alumnos,
- la puesta en cuestión de las ideas de los estudiantes,
- la introducción de nuevos conceptos,
- proporcionar oportunidades a los estudiantes para usar las nuevas ideas y hacer así que adquieran confianza en las mismas.

La toma de conciencia por parte del alumno es un paso indispensable para avanzar en el aprendizaje, para lo cual lo más importante es que los alumnos hagan explícitas sus concepciones espontáneas (que reflexionen sobre sus propias ideas).

Gil (1993) señala que todo cambio conceptual supone un cambio metodológico, lo cual implica que el alumno deberá superar la tendencia a generalizar acríticamente a partir de observaciones meramente cualitativas. Las estrategias de enseñanza que deben implementar los docentes plantean como principal objetivo el cambio de ideas y estrategias espontáneas de los alumnos con el fin de acercarlo al entramado conceptual y metodológico del conocimiento científico, otorgando al alumno un rol protagónico en la construcción del conocimiento, dando importancia a la interacción grupal en dicho proceso y a la necesidad de relacionar los contenidos con la experiencias de la vida cotidiana.

4.2. Teoría del aprendizaje de Ausubel

La teoría ausubelina (Ausubel, 1978) plantea en primer lugar una taxonomía de los aprendizajes: a) aprendizaje por repetición y aprendizaje significativo referido a la formación de conceptos, b) aprendizaje verbal y no verbal, en el campo de la solución de problemas; y, en segundo lugar, c) la distinción de los procesos mediante los cuales se adquieren las diferentes clases de aprendizaje.

Con respecto al aprendizaje significativo, Ausubel plantea tres tipos: a) el de representaciones o de proposiciones de equivalencia, de él dependen todos los demás y consiste en el aprendizaje de símbolos o de lo que éstos representan; b) el de proposiciones, que consiste en hacerse al significado de nuevas ideas, expresadas en forma de proposiciones; y, c) el de conceptos, según lo cual, éstos se representan con palabras o nombres: aprender conceptos implica, pues, construir las representaciones comprendidas en esas palabras o nombres.

Ausubel especifica unos criterios de competencias para que se dé el aprendizaje significativo: a) es necesario que el sujeto muestre una actitud favorable hacia el aprendizaje significativo, b) el material (CD-ROM, guías, videos, etc.) que se vaya a aprender debe ser potencialmente significativo para el alumno, es decir, relacionable con sus estructuras de conocimiento, de modo intencional, y c) lo anterior depende del material que se va a aprender y de la estructura cognoscitiva del alumno en particular. En cuanto a la naturaleza del material se establece la necesidad de que posea una significatividad lógica, que no sea vago, ni arbitrario y que sea relacionable intencional y sustancialmente con ideas pertinentes que se encuentren dentro del dominio de la capacidad del aprendizaje humano. En lo que respecta a la estructura cognoscitiva del alumno, se destacan las propiedades sustanciales y de organización del conocimiento del estudiante en el campo particular de estudio, además del nivel de desarrollo de su desempeño cognoscitivo; de tal manera, que pueda realizar la tarea de aprendizaje con economía de tiempo y esfuerzo.

Es importante señalar que la teoría de Ausubel le otorga importancia preponderante a la diferenciación progresiva, sobre lo cual se plantea: a) es más fácil, para los seres humanos aprender aspectos diferenciados de un todo previamente aprendido, que construir el todo a partir de sus componentes diferenciados; y, b) la organización del

contenido de un material, en particular en la mente de un individuo, consiste en una estructura jerárquica en la que las ideas más inclusivas ocupan el ápice, e incluye proposiciones, conceptos y datos fácticos, progresivamente menos inclusivos y menos diferenciados.

4.3. El aprendizaje por descubrimiento

El aprendizaje por descubrimiento, para Bruner (citado en Moreno, Gamboa, Gómez y González, 1993), es un objetivo de la educación y una práctica de su teoría de la instrucción. Para este autor, una de las metas de la educación es transmitir la cultura a las generaciones jóvenes, tomando en consideración que el hombre no es un ente pasivo. Otra de las metas educativas debe ser la de enseñar a pensar, a descubrir, de manera que cada persona pueda continuar aprendiendo y relacionándose constructivamente con su ambiente a lo largo de toda su vida.

Bruner resalta una serie de beneficios derivados del aprendizaje por descubrimiento, los cuales son:

a. Mayor utilización del potencial intelectual. Esto significa que el énfasis en el aprendizaje por descubrimiento fomenta en el alumno el hábito de organizar la información que recibe, con el objeto de relacionarla y seleccionarla en función de ciertos criterios que lo llevan a dar solución a los problemas.
b. Motivación intrínseca. De acuerdo a ello, el alumno obtiene una recompensa en su propia capacidad de descubrir, la cual aumenta su motivación interna hacia el aprendizaje.
c. El aprendizaje de la heurística, del descubrir. La práctica de resolver problemas y el esfuerzo por descubrir, son los dos elementos que permiten al alumno llegar a dominar la heurística del descubrimiento y encontrar placer en la actividad de descubrir.
d. Ayuda a la conservación de la memoria. Bruner, como consecuencia de sus experiencias, establece que la memoria no es un proceso de almacenamiento estático, sino que, en la medida que el conocimiento se maneja y se integra en un proceso cognoscitivo individual, la información se convierte en un recurso útil y a la disposición de la persona en el momento necesario.

Las técnicas de enseñanza por el método de descubrimiento

Bruner recomienda cinco técnicas para el aprendizaje por descubrimiento:

a. Enfatizar los contrastes.
b. Estimular la formulación de hipótesis.
c. Tratar de que el estudiante tome conciencia de su capacidad para descubrir por sí mismo.
d. Estimular constantemente la participación de todos los alumnos.
e. Cultivar el pensamiento intuitivo. De acuerdo con Bruner, el pensamiento intuitivo es un proceso por medio de cual se llega a soluciones tentativas de un problema, sin uso del pensamiento analítico. Por ejemplo, muchas veces se está pensando en un problema y de un salto se llega a la conclusión, sin estar totalmente consciente de los pasos que llevaron a ella. A partir de este salto rápido, se hace necesario un reexamen de la situación y de las conclusiones, usando métodos más analíticos, ya sean inductivos o deductivos.

En síntesis, el aprendizaje por descubrimiento inductivo tiene sus bases en una concepción epistemológica de la ciencia empírico-inductivista. El aprendizaje por descubrimiento inductivo y autónomo resalta el papel de la experiencia directa, el

descubrir por sí mismo, con énfasis en la observación y la experimentación. Para ello, se destacan las siguientes estrategias:

- Realización de actividades que persiguen la práctica de procedimientos en el uso de una metodología científica y no la adquisición de un cuerpo de conocimientos previamente elaborados.
- Descubrimiento autónomo por parte del alumno.

La teoría se basa en que los procesos de la ciencia son identificables y, a su vez, independientes de los contenidos, y en que el conocimiento se obtiene inductivamente a partir de la experiencia.

4.4. La investigación científica en la enseñanza de la ciencia

La concepción del aprendizaje como un proceso de investigación no es nueva, pero en los últimos años las propuestas con esta idea han adquirido un desarrollo considerable, especialmente desde la teoría constructivista, y buscan tanto la transformación conceptual, metodológica y actitudinal de los alumnos como una forma de construir conocimiento.

Uno de los principales problemas que presenta la enseñanza de la ciencia es la poca relación que existe entre las situaciones de enseñanza-aprendizaje y la forma en que se construye el conocimiento científico (Gil, 1994). Por eso, es importante dar al alumno un papel de científico novel, con esta experiencia el estudiante puede lograr en un tiempo relativamente corto un grado de competencias relativamente elevado, ya que el estudiante en este proceso desarrolla pequeñas investigaciones en áreas determinadas y aborda problemas de complejidad mayor con la orientación de sus profesores o expertos en el área de estudio. De esta manera, podemos plantear el aprendizaje de la ciencia como una investigación dirigida de situaciones problemáticas de interés (Gil, 1993).

Gil y otros (1991) proponen una serie de estrategias propias de la investigación como forma de aprendizaje:

- Se plantean situaciones problemáticas que generen interés en los alumnos y proporcionen una concepción preliminar de la tarea.
- Los alumnos, trabajando en grupo, estudian cualitativamente las situaciones problemáticas planteadas y, con las ayudas bibliográficas apropiadas, comienzan a delimitar el problema y a explicitar las ideas.
- Los problemas se tratan siguiendo una orientación científica, con emisión de hipótesis, explicación de las ideas previas, elaboración de estrategias posibles de resolución y análisis y comparación con los resultados obtenidos por otros grupos de alumnos. Es ésta una ocasión para el conflicto cognitivo entre concepciones diferentes, lo cual lleva a replantear el problema y a emitir nuevas hipótesis.
- Los nuevos conocimientos se manejan y aplican a nuevas situaciones para profundizar en los mismos y afianzarlos. Éste es el momento más indicado para hacer explícita la relación entre ciencia, tecnología y sociedad.

Es importante señalar que la investigación como estrategia de aprendizaje debe ir acompañada por actividades de síntesis que permitan al estudiante elaborar productos como, por ejemplo, esquemas o mapas conceptuales, entre otros, que permitan concebir nuevos problemas.

Las estrategias pedagógicas y didácticas centradas en el aprender investigando deben considerar las representaciones de los alumnos y el valor que a éstas le atribuye el docente, además de una explicación de un modelo de conocimiento apropiado para el aula de clase.

5. El aula y la investigación

Los profesores que enseñan Física se encuentran con un problema: la dificultad que presentan los estudiantes en el proceso de aprendizaje de esta asignatura, con una complicación intrínseca debida al nivel de abstracción, el grado de sistematización y el lenguaje altamente formalizado en que se expresa la misma. Nachtigall (1985) señala algunos aspectos que intervienen en la situación actual de la enseñanza de la física: (a) La física, como asignatura que se enseña en las escuelas, resulta antipática, (b) Los planes de estudio no consiguen una aplicación más amplia, (c) El material de enseñanza no se ajusta a las demandas de la investigación en el campo de la psicología cognitiva, (d) En la enseñanza oral, la física se presenta como un conjunto de procedimientos formales, que la mayor parte de los estudiantes son incapaces de aprender porque aún no han alcanzado la capacidad de pensamiento apropiada, (e) Un aspecto particular del material demasiado extenso y demasiado abstracto, que no es de importancia evidente, es la rapidez con que se presenta en clase, (f) En la formación de profesores, existe una gran distancia entre las lecciones teóricas y abstractas que los aspirantes a profesores reciben en las universidades y la enseñanza práctica real que ellos tienen que realizar.

Para la solución de esta problemática se tienen varias propuestas, la primera: el trabajo de aula puede desarrollarse con una metodología orientada a la investigación-acción, donde el profesor juega el doble papel profesor-investigador, participando en el proceso de estudio y mejora de la práctica docente; y, la segunda: partiendo de la teoría constructivista del aprendizaje y sin perder el propósito de que la enseñanza de la ciencia no es "obligar" a los estudiantes a que cambien sus concepciones alternativas, sino más bien ayudarlos a formar el hábito de cuestionar sus ideas, y a desarrollar estrategias adecuadas para aceptar y contrastar concepciones para su posible aceptación.

Lograr el cambio conceptual, desde aquellos conceptos intuitivos (erróneos o no) hacia conceptos científicos, es un proceso gradual en el que será necesario enfrentar a los alumnos a situaciones conflictivas en las que pongan a prueba las ideas previas, y en la medida en que éstas sean insuficientes para responder a las situaciones conflictivas, los alumnos lentamente irán modificando sus esquemas iniciales para alcanzar explicaciones mas científicas; siendo estas condiciones indispensables a la hora de diseñar los trabajos prácticos.

Los trabajos experimentales aportan la posibilidad exclusiva de que los alumnos vivencien hechos concretos que hagan significativas las teorías abstractas que los explican y, además, son los que pueden generar experiencias de aprendizaje de los contenidos procedimentales y actitudinales.

Para Nachtigall (1985) una forma de lograr que los alumnos se motiven verdaderamente y puedan trabajar en la construcción de un aprendizaje significativo es planificando clases de manera tal que no resulten tediosas, y evitando caer en una especie de "activismo", donde pareciera que los alumnos están haciendo "muchas cosas", pero que significan poco para ellos, ya que a veces se dedican simplemente a seguir indicaciones, y ya que no se ha creado en ellos ningún conflicto, no hay hipótesis que probar. Si se les plantea a los alumnos que, con determinados elementos, ellos mismos deben diseñar una estrategia para demostrar un fenómeno determinado, es obvio que las destrezas que pondrán en juego resultarán sensiblemente diferentes, buscando que al menos los alumnos logren :

- Tener en claro qué es "lo que van a demostrar" para lo cual es necesario tener presentes los conceptos involucrados.
- Discutir las diversas formas posibles de diseñar el experimento.
- Poner en práctica el diseño.
- Corroborar si el diseño es adecuado o no para demostrar el proceso en cuestión.

¿Qué trabajos proponer?

Existen diversas modalidades de trabajos que permiten que el estudiante de Bachillerato se inicie en el uso de las metodologías científicas (ver gráfico N° 2). Entre las cuales tenemos: realizar experimentos que permitan comprender mejor un fenómeno, diseñar un instrumento de medición, mejorar o adaptar un diseño previamente existente, hacer una simulación computacional de principios o experimentos físicos, realizar experimentos en tiempo real que involucren sensores, tarjetas convertidoras analógicas-digitales y el computador.

REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE UN PROCESO ABIERTO, SIN REGLAS NI ETAPAS RÍGIDAS

SITUACIÓN PROBLEMÁTICA abierta y, a menudo, confusa que puede tener origen en otras investigaciones, necesidades tecnológicas, azar...

Análisis cualitativos
Trabajos bibliográficos
Toma de decisiones

CUERPO DE CONOCIMIENTOS (teorías) de que se parte (más creencias, actitudes, intereses personales o colectivos)

Replanteamiento del problema

Enunciado preciso del problema

nuevas hipótesis

Construcción y fundamentación de modelos e HIPÓTESIS CONSTRASTABLES (experimentalmente y/o a partir del cuerpo de conocimientos)

revisión del diseño

Elaboración de ESTRATEGIAS DIVERSAS DE CONSTRASTACIÓN, incluyendo, en su caso, el diseño y realización de experimentos

que pueden exigir revisiones

INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS a la luz de las hipótesis, del corpus teórico y de los resultados de otras investigaciones

COMUNICACIÓN de los resultados (intercambios con otros equipos)

Que pueden contribuir a

Que se integran en el

(Mediante ampliaciones, retoques o replanteamientos globales)

Verificar o falsear las hipótesis y a la construcción de nuevos conocimientos

Modificar creencias y actitudes (personales o sociales) así como las concepciones sobre la ciencia

Favorecer los procesos de unificación

Posibilitar aplicaciones técnicas (que exigen decisiones en torno a las relaciones ciencia/técnica/sociedad)

Generar nuevos problemas

Gráfico 2.

Diagrama de una Investigación Científica

Tomado de Curso de formación de profesores de ciencias. Unidad Introductoria. (1995). Madrid. Min. de Educación y Ciencia.

5.1. Trabajos que apuntan hacia el diseño

En el libro Diseño para nuestra realidad, Rodolfo Milani (1997) discute aspectos importantes sobre el diseño. Milani define el diseño como un proceso cuyo objetivo es transformar los recursos (materiales, tiempo disponible, dinero y conocimiento tecnológico) en sistemas o productos para la satisfacción de necesidades de cualquier índole.

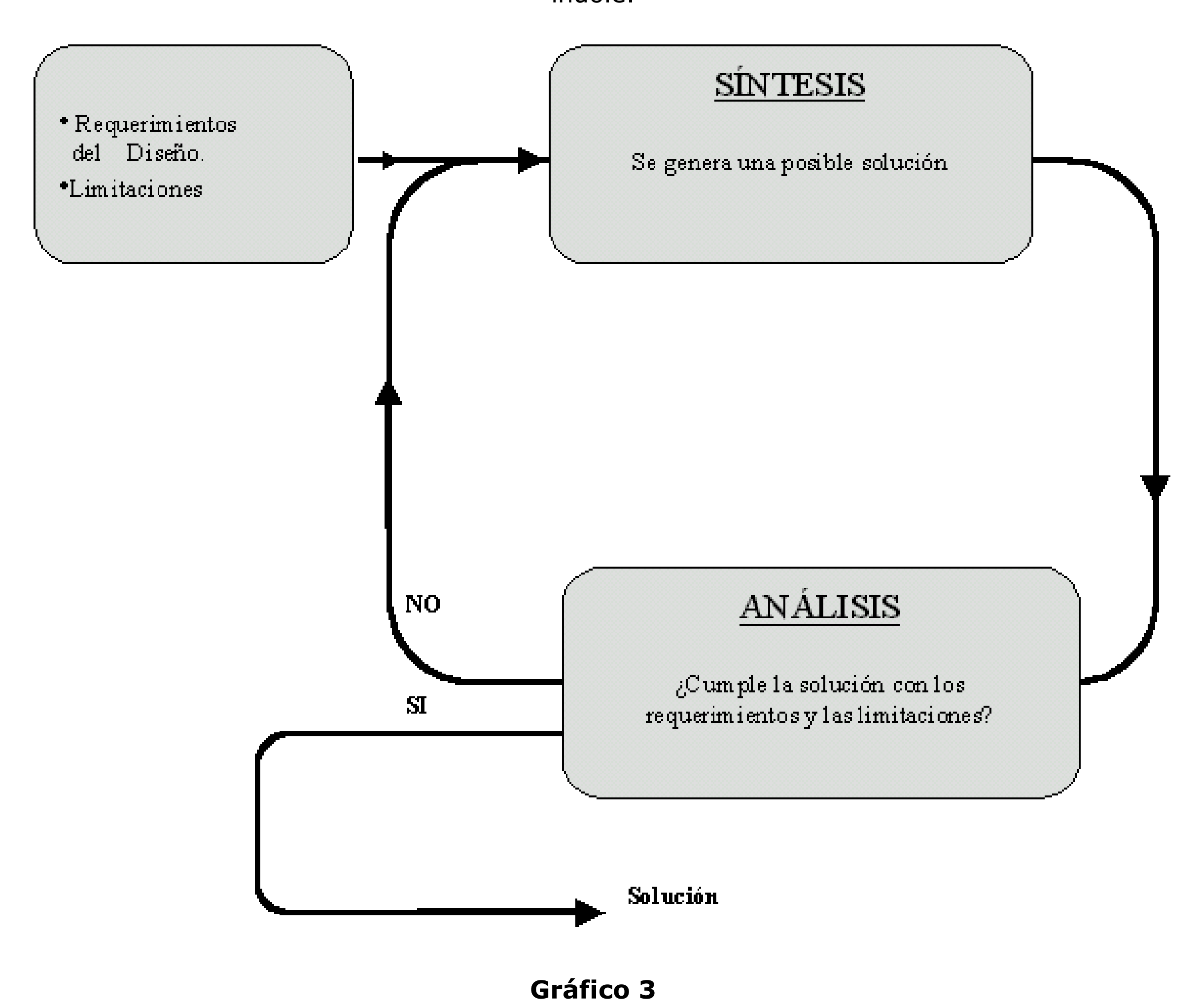
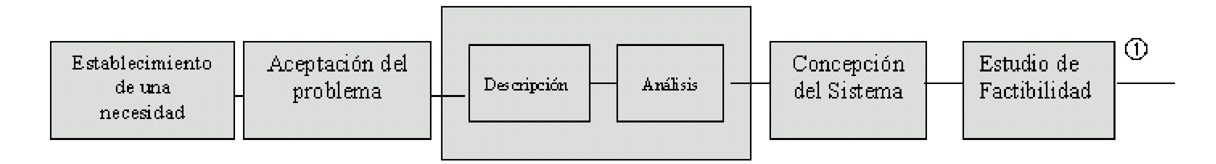


Gráfico 3

Proceso de Diseño

Tomado de Milani, R. (1997). Diseño para nuestra realidad. Caracas: Equinoccio.

En el proceso del diseño considerado globalmente (ver gráfico N° 3) se genera una posible solución (síntesis) después de muchas opciones, y luego se compara (análisis) con los requerimientos y las limitaciones existentes con el fin de optimizar la solución. En el gráfico N° 4 se considera el proceso de diseño con mayor detalle.



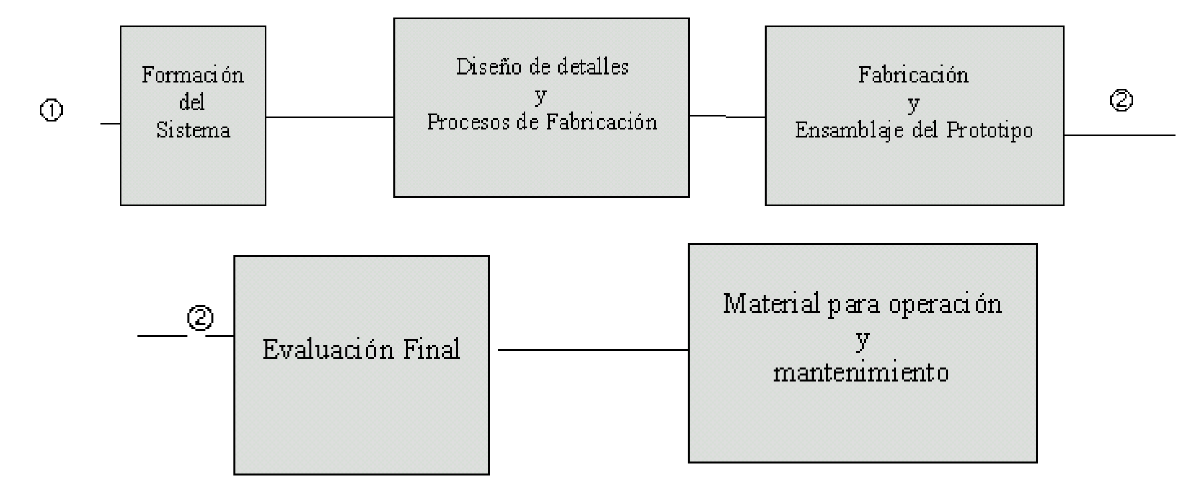


Gráfico 4

Etapas del Proceso de Diseño

Milani, R. (1997). Diseño para nuestra realidad. Caracas: Equinoccio.

Los trabajos que apuntan hacia el diseño parten de un currículo relacionado con el contexto sobre la problemática del entorno, el lugar del alumno respecto a tal reflexión y sobre todo de la interconexión entre lo que el alumno estudia en el aula y los sistemas adyacentes. Este tipo de trabajos surge de una necesidad del entorno del alumno, para que el estudiante pueda utilizar sus conocimientos científicos y se inicie en el uso de metodologías científicas para generar una solución óptima.

La importancia de los trabajos donde se relaciona de manera directa ciencia-sociedad radica en la serie de ejercicios que realiza el alumno en la toma de decisiones que son parte importante en los TBF y donde el estudiante aplica principios científicos, sociales y económicos a situaciones de la vida real. También desarrollan destrezas en el análisis, la toma de decisiones y la comunicación.

Algunas necesidades que pueden generar proyectos

Las actividades que a continuación se proponen permiten a los estudiantes vincular los temas vistos en las aulas de clase con aplicaciones prácticas e interesantes de la vida cotidiana, haciendo énfasis en una metodología que promueve la investigación científica y la generación de nuevas interrogantes y soluciones, para la creación de conocimientos por niveles para los jóvenes investigadores.

Sociedad:

- Mejorar el tránsito de Caracas.
- Recoger de manera más eficiente la basura de los barrios.
- Usar fuentes de energía no convencionales (solar, eólica, desechos orgánicos).
- Diseñar medidores de intensidad de rayos X y gamma, ultravioleta, violeta, roja, infrarroja, microondas y ondas de radio para ser utilizados con fines domésticos y en experiencias de laboratorio.

Salud:

- Detectar señales fisiológicas de una manera más sencilla, fiel y barata.
- Diseñar un fonocardiógrafo.
- Diseñar un medidor de pulso arterial no invasivo.
- Diseñar un pletismógrafo.

- Diseñar un estetoscopio electrónico.
- Diseñar un simulador electrónico del sistema cardiovascular.
- Adaptar un horno de microondas (MO) comercial para hacer estudios de la influencia de las MO en animales de experimentación sanos y con tumores.
- Diseñar un visualizador de imágenes óseas por ultrasonido.
- Estudiar la influencia de los campos electromagnéticos en el organismo.
- Observar el comportamiento bioeléctrico de los seres vivos.
- Construir un esterilizador de instrumentos quirúrgicos por ultrasonido.
- Construir un succionador de fluidos.
- Construir un dispositivo que permita que un enfermo casi totalmente inmovilizado pueda leer libros.

Educación:

- Disponer de instrumentos de laboratorio de precisión y bajo costo.
- Diseñar una balanza.
- Diseñar una microbalanza.
- Diseñar un dispositivo de freno magnético.
- Construir un generador Van der Graff con fines educativos.
- Diseñar experiencias que permitan visualizar las líneas de campo magnético y de campo eléctrico.
- Diseñar un modelo de tren que sea levitado magnéticamente.
- Construir un columpio magnético.
- Construir un modelo que permita evidenciar la ley de inducción de Faraday.
- Diseñar y construir un conjunto de cuerpos de materiales livianos con superficies eléctricamente conductoras y sin aristas, con el fin de ser utilizados para el estudio del campo electrostático en tres dimensiones.
- Construir un dispositivo que permita comprobar la ley de Coulomb.
- Construir un modelo de generador eléctrico que utilice el viento como fuente de energía.
- Construir un modelo electromecánico que permita medir el valor de la aceleración de gravedad.

Aplicaciones industriales:

- Estudios de nuevos materiales.

5.2. Trabajos que apuntan hacia la realización de experimentos

Según Herrán y Parrilla (1994) las experiencias de laboratorio deben tener los siguientes objetivos: a) Reforzar la comprensión de los contenidos conceptuales, b) Contribuir a la modificación de las concepciones previas o innatas de los alumnos acerca de la explicación de los fenómenos naturales más relevantes, c) Desarrollar destrezas y la aplicación de procedimientos típicos del trabajo experimental, d) Fomentar actitudes positivas hacia la actividad científica, e) Poner a los alumnos en contacto con la tecnología y sus aplicaciones, en condiciones parecidas o idénticas al mundo productivo.

Según los mismos autores estos objetivos se han desvirtuados por diversas razones (entre ellas, el tiempo estipulado para las actividades está rígidamente fijado). Así, se les entrega a los estudiantes un guión de la práctica a realizar o se hace uso de un manual de prácticas que son recetas de laboratorio cuyas características son las siguientes: a) Elección dada del problema experimental, b) Diseño experimental cerrado o impuesto, c) Montaje experimental guiado de acuerdo con una rutina, d) Procedimientos tediosos de toma de datos, por prolongados o por repetitivos, e) Análisis matemático guiado de los datos (estadísticos y gráfico), f) Conclusiones casi elaboradas.

Existen diversos manuales (PSSC, NUFFIELD, UNESCO, etc.), libros (por ejemplo, Montoro, 1982), revistas (por ejemplo, Physics Technology), en donde el Profesor de Física puede consultar para sugerir temas de proyectos a los estudiantes. Por supuesto es imprescindible la creatividad del profesor para modificar y adaptar los objetivos de la experiencia publicada en el Manual, porque de lo contrario estaríamos simplemente copiando lo que allí aparece, esto no significa que descartamos la utilidad que tienen las prácticas de laboratorio de guión cerrado, pero estamos interesados en desarrollar habilidades de mayor nivel cognitivo.

Ejemplos de proyectos de investigación de tipo experimental

- Estudio de las propiedades de los semiconductores.
- Estudio de las propiedades de superconductores.
- Estudio de la viscosidad de diversos materiales.
- Estudio de los factores que influyen en el crecimiento de los cristales.
- Estudio de las leyes de la Física y lesiones en accidentes de tránsitos.

5.3. Trabajos que apuntan hacia el laboratorio asistido por computador (LAC)

Según Herrán y Parrilla (1994), usualmente las experiencias de laboratorio son prácticas de confirmación y no de indagación y no se configuran como pequeñas investigaciones, como sería lo aconsejable para la consecución de los objetivos del aprendizaje por descubrimiento.

Los laboratorios de Física asistidos por computador pretenden modificar la situación antes planteada, al combinar los elementos de la simulación con la opción de llevar a cabo experimentos en línea, utilizando sensores sencillos y normalmente disponibles en cualquier laboratorio de Física.

El LAC combina elementos informáticos (ordenador, programa de gestión, impresora) con el uso de periféricos (interfaz, sensores, actuadores) y la otorgación de mayor libertad al estudiante en el laboratorio (ver gráfico N° 5).

En el cuadro N° 2 se presentan las aportaciones pedagógicas del LAC.

Cuadro 2

Objetivos didácticos generales versus aportaciones pedagógicas de las aplicaciones LAC

Objetivos didácticos generales versus aportaciones pedagógicas de las aplicaciones LAC	
Reforzar la comprensión de los contenidos conceptuales.	No reemplaza al experimentador en la preparación, diseño y dirección del proceso experimental, y así permite que aumente su concentración en los aspectos más creativos de la investigación científica.
Contribuir a la modificación de las concepciones previas o innatas de los alumnos	Debido a la posibilidad de realizar rápidas y cómodas repeticiones de las experiencias para

acerca de la explicación de los fenómenos naturales más relevantes.	confirmar o modificar las hipótesis realizadas y de explorar relaciones matemáticas rápidamente visualizables, el experimentador puede tener un papel activo y constructivo en el aprendizaje de los contenidos científicos.
Desarrollar y reforzar destrezas y procedimientos específicos del trabajo experimental.	La flexibilidad y adaptabilidad a diferentes variantes del diseño experimental incentiva el aprendizaje por descubrimiento.
Fomentar el desarrollo de actitudes positivas hacia la actividad científica.	Las características de los diseños LAC permiten la configuración de las experiencias didácticas como «pequeñas investigaciones», con un desarrollo cercano al trabajo científico real.
Poner en contacto a los alumno con la tecnología y sus aplicaciones, en condiciones parecidas o idénticas al mundo productivo.	La aplicación en experiencias reales de la informática produce en los alumnos una familiarización espectacular con los medios informáticos y su utilización en aplicaciones productivas; este impacto es cualitativamente diferente y pedagógicamente superior al provocado por la utilización de otros medios didácticos (vídeo, transparencias, láser, osciloscopio, etc.) o de la misma informática en aplicaciones de EAC.

Tomado de Herrán, C. y Parrilla J. (1994). La utilización del ordenador en la realización de experiencias de laboratorio. Enseñanza de las ciencias. 12 (3): .393-399.

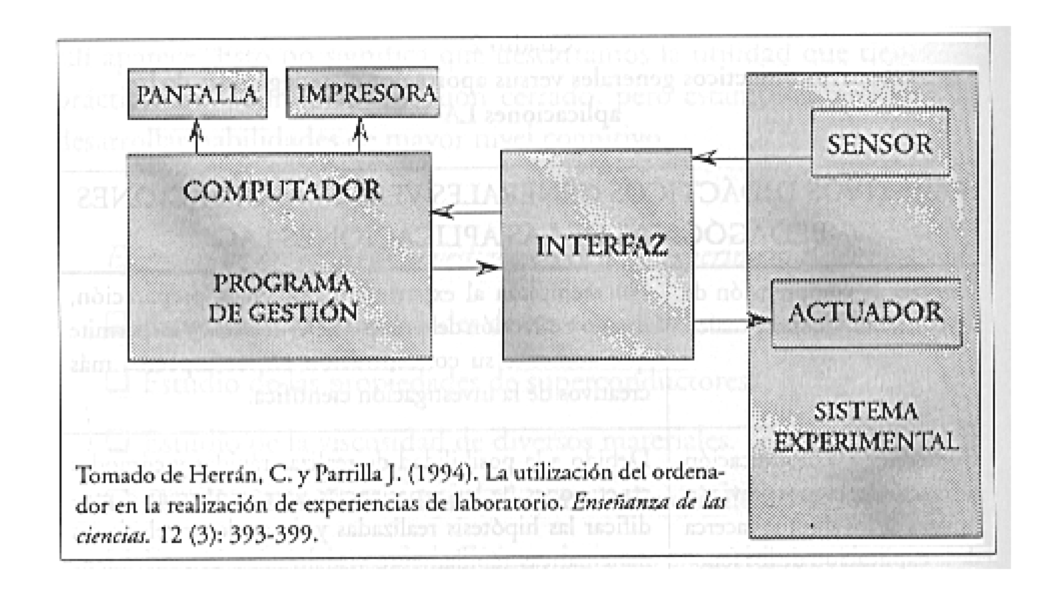


Gráfico 5

Esquema de bloques del proyecto LAC (Laboratorio asistido por computador)

Tomado de Herrán, C. y Parrilla J. (1994). La utilización del ordenador en la realización de experiencias de laboratorio. Enseñanza de las ciencias. 12 (3): 393-399.

5.4. Trabajos que apuntan hacia las simulaciones computacionales

En el contexto educativo, según Alessi y Trollip (1991), una simulación es una técnica poderosa que enseña acerca de un aspecto de la realidad, imitándola. Los estudiantes se motivan con las simulaciones y aprenden interactuando con ellas de manera similar a lo que ocurre en situaciones reales. Un aspecto previo a la simulación lo constituye el modelo fisicomatemático que vamos a usar, éste usualmente simplifica la realidad.

Las simulaciones constituyen una excelente herramienta para aprender, ya que introducen al alumno en una experiencia indirecta de acontecimientos o procesos; «es una especie de ensayo sobre la realidad» (Bruner, 1966). Cuando las simulaciones computacionales tienen una finalidad didáctica forman parte de la Enseñanza Asistida por Computador (EAC) que comprenden todas las aplicaciones que utilizan el computador en el ámbito educativo (Zambrano, 1995): enseñanza propiamente dicha (simulaciones, tutoriales, juegos, libros electrónicos, ejercicios, laboratorios, sistemas integrados de aprendizaje, etc.), gestión y administración escolar, evaluación y corrección de pruebas, orientación escolar e investigación pedagógica, entre otras. La expresión EAC se refiere al hardware y software informáticos diseñados para auxiliar al profesor y al alumno en el proceso de aprendizaje, en otras palabras, son un conjunto de recursos materiales y de programas que permiten la creación, modificación, ejecución y difusión de productos informáticos didácticos (soportes didácticos).Ver gráfico N° 6.

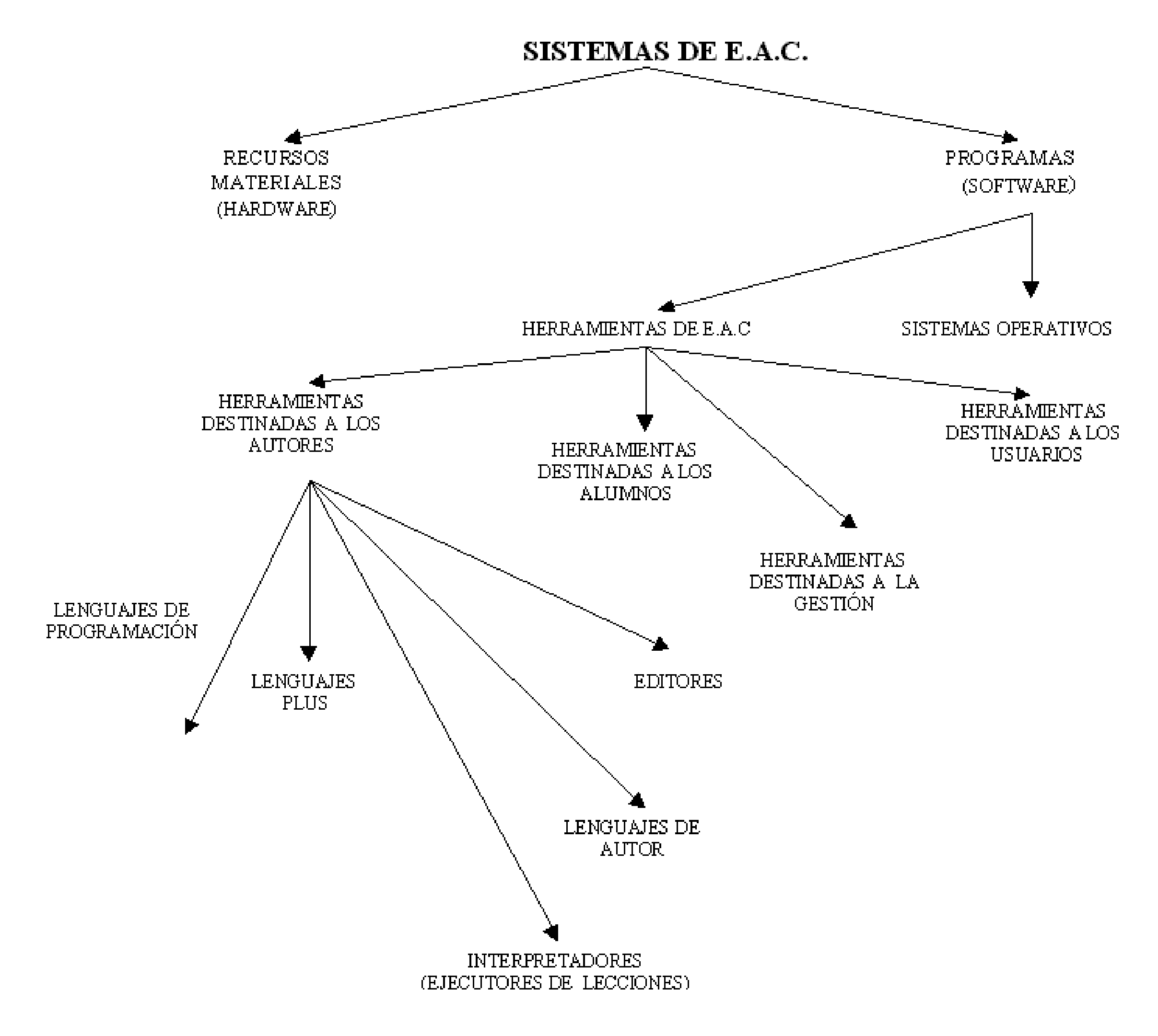


Gráfico 6

Sistema de enseñanza asistida por computador

Tomado de Zambrano, J. (1995). Enseñanza asistida por computador (EAC) y producción de software educativo, p.59.

Existen en el mercado programas que permiten llevar a cabo simulaciones de distintos fenómenos físicos en la computadora. Este tipo de actividad permite a los estudiantes experimentar con los conceptos que se estudian un número ilimitado de ocasiones, sin tener que correr riesgos innecesarios ni dañar equipos sofisticados y costosos. El estudiante puede llevar a cabo las simulaciones avanzando a su propio ritmo, por lo que puede resolver sus dudas sin necesidad de sentirse expuesto o presionado por sus compañeros.

La simulación constituye una herramienta con la cual los alumnos pueden trabajar para:

- Demostrar principios básicos en una variedad de medios físicos.
- Seguir el movimiento de un cuerpo, en movimiento lento o normal.
- Ver las fórmulas involucradas.
- Cambiar las especificaciones de los parámetros y ver los resultados.
- Ver demostraciones multimedia pre-programadas, incluyendo animaciones de los principios, anotaciones de texto y narraciones.
- Cargar ambientes físicos desde archivos de texto interactivos que describen ejercicios de física.

- Aprender cómo operar cada simulación con un tutor audiovisual.

En el gráfico N° 7 se presenta la estructura general de una simulación.

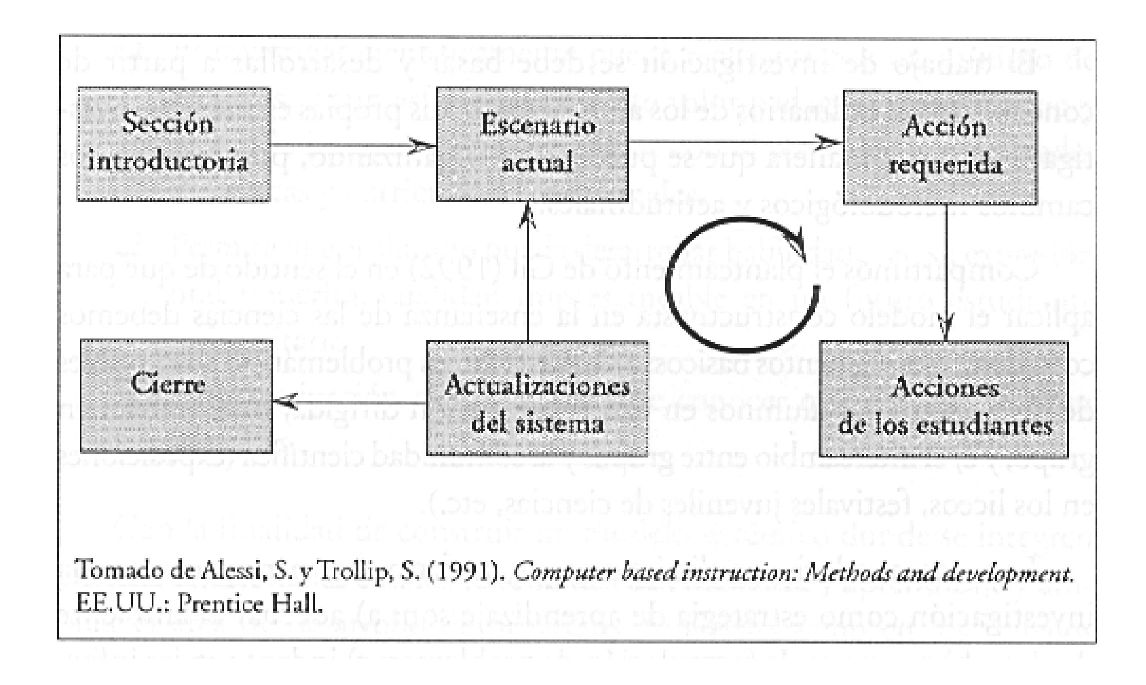


Gráfico 7

Diagrama de flujo de las simulaciones

Tomado de Alessi, S. y Trollip, S. (1991). Computer based instruction: Methods and development. EEUU: Prentice Hall.

Creemos que en el caso de los trabajos que apuntan hacia las simulaciones computacionales la propuesta de mayor nivel cognitivo es que los estudiantes seleccionen proyectos de investigación donde ellos realicen simulaciones partiendo de la definición del problema físico, de su modelación físicomatemática, escogencia del lenguaje de programación o de autor más adecuado (sencillez, capacidad gráfica, rapidez, etc.) y elaboración del programa fuente. Éstos son proyectos que necesitan una fuerte interacción con los profesores de informática del liceo, que incluso podrían ser los tutores de estos trabajos.

6. Conclusiones y Recomendaciones

La investigación del alumno como un proceso de aprendizaje está fundamentada en la exploración y en la capacidad para el pensamiento racional, así como en los rasgos fundamentales del quehacer científico.

El trabajo de investigación se debe basar y desarrollar a partir de conocimientos ordinarios de los alumnos y de sus propias estrategias investigativas, de tal manera que se puedan ir reorganizando, poco a poco, los cambios metodológicos y actitudinales.

Compartimos el planteamiento de Gil (1992) en el sentido de que para aplicar el modelo constructivista en la enseñanza de las ciencias debemos considerar tres elementos básicos: a) las situaciones problemáticas susceptibles de involucrar a los alumnos en una investigación dirigida, b) el trabajo en grupo y c) el intercambio entre grupos y la comunidad científica (Exposiciones en los liceos, Festivales Juveniles de Ciencias, etc.).

Las recomendaciones didácticas que se formulan para promover la investigación como estrategia de aprendizaje son: a) adecuar el ambiente de clase, b) promover la formulación de problemas, c) indagar en las informaciones previas de los alumnos, d) contrastar entre sí dichas informaciones, e) buscar, seleccionar y organizar nueva información, f) relacionar la información previa con la nueva información, g) realizar actividades específicas de aplicación de los nuevos productos elaborados por los estudiantes, y h) difundir los informes de investigación. Es decir, debemos utilizar estrategias que permitan motivar y favorecer en el salón de clases un trabajo de investigación dirigida.

Por qué debemos fomentar los trabajos de investigación científica en Física:

- El trabajo de investigación como actividad curricular provee vivencias educativas que influyen positivamente en el proceso de aprendizaje.
- Los estudiantes se enfrentan a una tarea creativa, participativa y de investigación, donde demuestran cualidades de responsabilidad, curiosidad científica, razonamiento, pensamiento crítico, al mismo tiempo que utilizan los mecanismos propios del quehacer científico.
- El investigar científicamente puede realizarse con un mínimo de recursos, y aún así obtener un alto valor pedagógico del mismo y se puede integrar y complementar con el resto de las actividades didácticas y curriculares tradicionales.
- Permite que el alumno pueda desarrollar habilidades en su expresión oral y escrita, cualidad imprescindible en un futuro estudiante universitario.
- La investigación científica permite conocer qué han hecho otras personas.

Con la finalidad de construir un modelo sistémico donde se integren ciencias relacionadas con los fenómenos de enseñanza y aprendizaje y ampliar el área de desarrollo de proyectos de investigación en los trabajos finales de bachillerato, se propone:

- Sustituir el rol actual del profesor de Biología en TBF por el de integrante de un jurado conformado por tres profesores, del cual formaría parte el tutor y otro profesor relacionado con el área de trabajo.
- Renovar las aulas de ciencias y estimular el interés por la investigación científica y las innovaciones tecnológicas, como aspectos importantes en la formación integral del alumno.
- Orientar los programas de manera que permitan estimular y orientar la construcción de conocimientos por parte del alumno, para ello se propone como una de las posibles estrategias el aprendizaje como investigación.

Referencias bibliográficas

1. Albornoz, O. (1994). La agenda educativa de la nación. Tribuna del investigador. 1 (1): 36-48. [Links]

2. Alessi, S. y Trollip, S. (1991). Computer-based Instruction: Methods and Development (2a. ed). EEUU: Prentice Hall. [Links]

3. Asociación Venezolana para el Avance de la Ciencia. Festival Juvenil de la Ciencia. Resúmenes. (1988-2001). Caracas: Autor. [Links]

4. Ausubel, D. (1978) Psicología Educativa. Un punto de vista cognitivo. México: Trillas. [Links]

5. Bruner, J. (1966). Studies in Cognitive Growth: A Collaboration at the Center for Cognitive Studies. Nueva York: Wiley. [Links]

6. Bruner, J. (1972). Hacia una teoría de la instrucción. México: Uteha. [Links]

7. Campanario, J. y Moya, A. (2000). ¿Cómo enseñar ciencias?: Principales Tendencias y Propuestas. Enseñanza de las Ciencias. 17 (2): 179-192. [Links]

8. Curso de Formación de Profesores de Ciencias. Unidad Introductoria. (1995). Valencia: Ministerio de Educación y Ciencia de España. [Links]

9. Driver, R. (1986). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. Enseñanza de las Ciencias. 6 (2): 109-120. [Links]

10. Física Básica Nuffield. (1972) Guía de Experimentos I. Madrid: Reverté. [Links]

11. Fuenmayor, L. (1997). La necesaria transformación de la educación básica venezolana. Tribuna del investigador. 4 (1): 54-62. [Links]

12. Gil, D. (1983). Tres paradigmas básicos en la enseñanza de la ciencia. Enseñanza de las Ciencias. 1 (1): 26-33. [Links]

13. Gil, D. (1993). Contribución de la historia y la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza-aprendizaje de las ciencias como investigación. Enseñanza de las Ciencias. 11 (2): 197-212. [Links]

14. Gil, D. (1994). Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico. Investigación en la escuela. 23: 17-32. [Links]

15. Gil, D., Carrascosa, J. y Furió, C. (1995). Curso de formación de profesores de ciencias. Unidad Introductoria. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia / Universidad Autónoma de Barcelona y Universidad Nacional de Educación a Distancia. [Links]

16. Gil, D., Carrascosa, J., Furió, C. y Martínez-Torregrosa, J. (1991). La enseñanza de la ciencia en la educación secundaria. Barcelona: ICE, Universidad Autónoma de Barcelona. [Links]

17. Herrán, C., y Parrilla, J. (1994). La utilización del ordenador en la realización de experiencias de Laboratorio. Enseñanza de las Ciencias. 12 (3): 393-399. [Links]

18. Kalnay, A. (1976) ¿Cómo investigar en Física? Reto. 6: 23-26. [Links]

19. Michinel, J. y D'Alessandro-Martínez, A. (1993). Concepciones no formales de la energía en textos de física para la escuela básica. Revista de enseñanza de la física. 6 (2): 37-53. [Links]

20. Milani, R. (1997). Diseño para nuestra realidad.(2a. Ed). Caracas: Equinoccio. [Links]

21. Montoro, A. (1982). Experimentos de Física con materiales de desecho según el método científico. 2do. Año del ciclo diversificado. Caracas: Eneva. [Links]

22. Moreno, A., Gamboa, D., Gómez, R. y González, P. (1993). Psicología del Aprendizaje (2a. ed.). Caracas: Universidad Pedagógica Experimental Libertador. [Links]

23. Nachtigall, D. (1985). Cómo resolver el dilema de la enseñanza de la física. Nuevas tendencias en la enseñanza de la Física. Vol IV. Pp. 180-187. París: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. [Links]

24. Oficina Sectorial de Planificación y Presupuesto, Ministerio de Educación. (1973) Programa de Física Segundo Año. Caracas: Autor. [Links]

25. Oficina Sectorial de Planificación y Presupuesto, Ministerio de Educación. (1990a) Programa de articulación del nivel de educación media diversificada y profesional. Asignatura: Biología Segundo Año. Caracas: Autor. [Links]

26. Oficina Sectorial de Planificación y Presupuesto, Ministerio de Educación. (1990b) Programa de articulación del nivel de educación media diversificada y profesional. Asignatura: Física Primer Año. Caracas: Autor. [Links]

27. Oficina Sectorial de Planificación y Presupuesto, Ministerio de Educación. (1990c) Programa de articulación del nivel de educación media diversificada y profesional. Asignatura: Química Segundo Año. Caracas: Autor. [Links]

28. Pérez, R., y Gallego, R. (2001). Corrientes Constructivistas: De los mapas conceptuales a la teoría de la transformación intelectual. Colección Mesa Redonda; N° 15. Bogotá: Magisterio. [Links]

29. Physical Science Study Committee. (1968). Guía del Laboratorio de Física. Barcelona: Reverté. [Links]

30. Poole, B. (1999). Tecnología Educativa: Educar para la sociocultura de la comunicación y del conocimiento. Madrid: McGraw-Hill. [Links]

31. Pozo, J. (1989). Teorías cognitivas del aprendizaje. Madrid: Morata. [Links]

32. Reid, D., y Hodson, D. (1997). Ciencia para todos en secundaria. Madrid: Narcea. [Links]

33. UNESCO (1985). Nuevas tendencias en la enseñanza de la Física. Vol. IV. París: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. [Links]

34. Zambrano, J. (1995) Enseñanza Asistida por computador (EAC) y producción de Software Educativo. Escuela de Computación. Facultad de Ciencias. Caracas: Universidad Central de Venezuela. [Links]

Escuela de Educación. Universidad Central de Venezuela
Edif. de Trasbordo. Planta Baja. Ciudad Universitaria. Los Chaguaramos. Caracas
Zona Postal 1051
(0212) 6053000-6052951.Fax: (0212) 6053000

e-Mail

revped@ucv.ve